

RAZVOJNI PUT I OBJEKT SUVREMENE HIDROGEOGRAFIJE

Uvod

Voda je jedinstvena prirodna tvar koja uvjetuje život i omogućava ljudsku aktivnost. Kao praelement voda, mimo tla, zraka i sunčeva svjetla odnosno njegove topline, čini bezuvjetnu osnovu za cjelokupan organski život. Voda i zrak mogu se označiti kao mediji u kojima život dolazi tek do svog punog izražaja. Razvojni put života na Zemlji povezan je tijesno s vodom. zemlja bez vode bila bi pust satelit, slično kao Mjesec, njen pratilac. U vodi su se razvila tijekom milijuna godina prva jednostanična bića od kojih je nastao naš današnji život.

Voda je univerzalna tvar, jer se može pojaviti istodobno u sva tri agregatna stanja i zato što je ima gotovo svugdje.

Na površini Zemlje ima je ponajviše u tekućem stanju, dakle u moru, to jest u oceanima, zatim u jezerima, u mlakama (močvarama) i u rijekama (tekućicama). U podzemlje voda dospijeva iz atmosfere poniranjem, procijeđivanjem i na druge načine, nastavljajući gibanje zavisno od hidrogeoloških uvjeta dotične sredine. Voda kao led prevladavajuća je pojava u polarnim krajevima ili u visokoplaninskim predjelima naše planete. Voda je prisutna i u atmosferi, vidimo je kao sitne kapljice, koje tvore čudesne oblike bezbrojnih varijanti oblaka ili čarobne kristale leda snježnih pahuljica što lebde zrakom u svimsjеровima nošenje vjetrom. Sve su to bile pojave tzv. «slobodne» vode, ali u kori i plaštu Zemlje nalazimo veliki dio vode fizički i kemijski spojen.

O prirodi i značenju vode napisano je vrlo mnogo. Grčki filozofi antičkog razdoblja isticali su posebnu prirodu i životno značenje vode.

Reprezentativan je primjer Talesa iz Mileta, koji je učio »da je voda temelj svih stvari, sve proizlazi iz vode i sve se vraća u vodu.«

Značenje vode u prošlosti bilo je veliko, a sada u doba znatno razvijenijeg, tehniziranog, društva svakako još i veće. *Svaki pojedinac ovisan je o vodi, a to znači da pet milijardi stanovnika godine 1987. zahtijeva na dan devet milijardi litara vode i to zadovoljavajuće kakvoće za pice.* Poljoprivreda i industrija daleko su najveći potrošači vode. Suvremeno društvo zahvaljujući tehničkom razvitku otkriva stalno nove izvore i upotpunjuje saznanja o ranijim zalihama, kao i o svojstvima vode.

Posebna svojstva vode s fizičkog, kemijskog i biološkog stajališta proistječu iz njene molekularne strukture i određuju specifičan položaj vode među svim tvarima.

S geografsko-ekološkog stajališta u okviru hidrogeografije najveće značenje ima gibanje vode i s tim povezano (samo)obnova i (samo)čišćenje vode.

Gibanje vode (na Zemlji) vrši se stalno i pod utjecajem energije Sunca. More ili svjetski ocean javlja se u tom gibanju kao gigantski isparitelj vršeći pri tome posredničku ulogu temeljnog i glavnog izvor-

nika slatke vode, što se očituje u padalinama, odakle potječu sve tekućice i ostala voda na kopnu.

Svake minute s površine Zemlje (s mora, oceana, jezera, mlaka, ledenjaka, ledenih i snježnih pokrova, tla, raslinstva...) ispari jedna milijarda tona vode! Godišnje to iznosi 525 tisuća kućičkih kilometara vode!

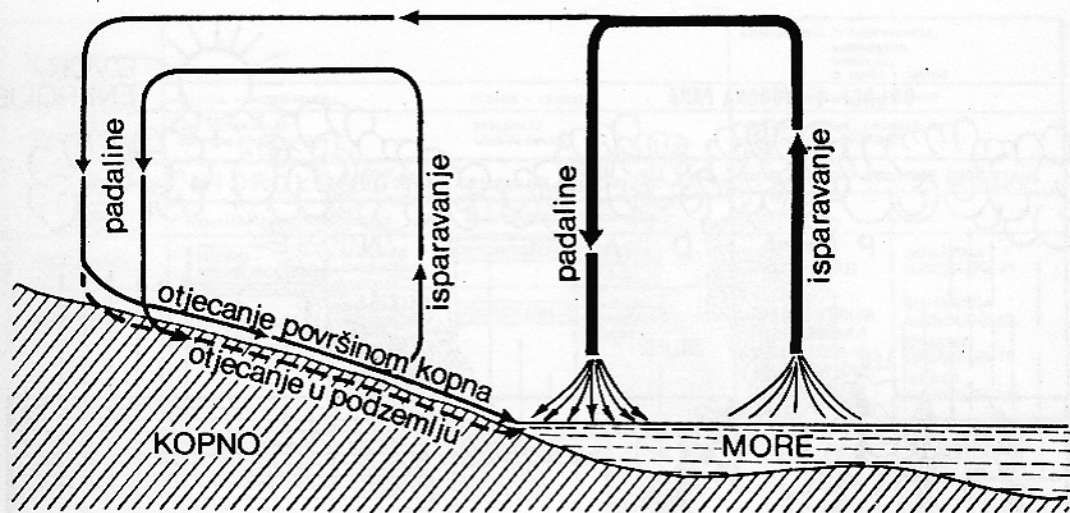
Isparavanje s površine mora (oceana) trajan je i najveći izvor pritjecanja vlage u atmosferu. Padalinama vraća se znatan dio izravno u more i tako završava tzv. »mali« hidrološki ciklus. Jedan dio te vode sudjeluje u »velikom« hidrološkom ciklusu, gdje se uključuje u zamršenije uzajamne aktivnosti s površjem Zemlje. »Veliki« hidrološki ciklus obuhvaća čitav niz pojava i predstavlja mnogovrsni proces premještanja, preobrazbe i obnove vlage (vode) na površini Zemlje, u njejoj unutrašnjosti i u atmosferi.

Padaline natapaju površinu kopna, jednim djelom otječu (teku) po nagnutim stranama terena stvarajući potoke, rijeke, na topografski i hidrogeološki pogodnim mjestima stvaraju jezera odnosno mlake, djelomice se procjeđuju u tlo. Vlaga koju je tlo upilo nastavlja u dubinu kao voda u podzemlju, isparuje se izravno ili transpiracijom krošnji biljaka. Dio te vode napaja rijeke i jezera ili se dalje giba (teče) kroz stijene u podzemlju sve do mora. Vlaga koja je dospjela u atmosferu ispravanjem ostale vode s površine kopna, povećava ukupan iznos vodene pare i nastavlja stalno (vjekovno) gibanje vode u prirodi. Zračnim strujanjima (vjetrovima) prenosi se vlaga na kopno, gdje se javlja kao kiša ili snijeg, natapajući tlo, koje je više ili manje udaljeno od mora (oceana). Voda padalina uključuje se ponovno u proces ispravanja, otjecanja površjem Zemlje odnosno procijeđivanjem u podzemlje. Otjecanjem vode rijekama u more (ocean) završava se tzv. »veliki« hidrološki ciklus.

U stvarnosti pojave gibanja (kruženja) vode u prirodi vrlo su zamršene i u posljednje vrijeme pridaje im se izuzetna pozornost, otkrivaju se nove značajke i zanimljive osobitosti (pojednosti). Mehanizam gibanja (kruženja) vode djeluje postojano (bez prekida) i svugdje.

Obnova vode čudesno je svojstvo i bitna značajka trajnog gibanja (kruženja vode u najvažnijoj karnici između mora (oceana) i kopna, a u lancu stalnih (vjekovnih) izmjena vode.

U globalnom procesu gibanja (kruženja) vode mogu se izdvojiti više faza izmjena vlage (vode) između Zemlje i Svemira; između mora (oceana) i kopna; između atmosfere-tla-biosfere... Najveće značenje za sveukupnu prirodu i život, posebice za gospodarske djelatnosti ljudi, ima gibanje (kruženje) vode na relaciji more (ocean) – atmosfera ili u užem opsegu između kopna i biosfere (Vidi tablicu: Brzina obnove vode na Zemlji).



Gibanje vode u prirodi

Najbrže se obnavlja voda u živim bićima (tzv. biološka voda) za samo nekoliko sati! To je voda u biljkama i drugim organizmima koja se troši (izdaje) najviše procesima transpiracije. Veliki dio vode (vlage) dospjeva u atmosferu također procesima evaporacije iz tla.

Voda u atmosferi nastaje isparavanjem s površine mora (oceana) i kopna, a obnavlja se prosječno svakih 8 dana.

Jednokratne zalihe vode u koritima rijeka, na razinu srednjeg vodostaja, obnavljaju se tijekom 16 dana. Inače zavisno od geografsko-geoloških značajki terena i drugih uvjeta okoliša brzina obnove vode u rijekama kreće se od 9 do 16 dana.

Vrijeme obnove vode u jezerima koleba u pojedinim krajevima ovisno o njihovoj geografskoj strukturi u širokom rasponu od jedne godine kod malih jezera do nekoliko stotina godina u velikim jezerima. Primjerice za potpunu obnovu (izmjenu) vode Bajkalskog jezera, najvećeg jezera sa slatkom vodom na svijetu, potrebno je 380 godina!

Brzina obnove vode u podzemlju povećava se prema površju. Najbrže se izmjenjuje slatka voda gornjih horizonata do dubine 200 m. Zaslanijena voda dubljih dijelova tzv. rasol obnavlja se znatno sporije.

Obnova zaliha vode pohranjenih u ledenjacima, posebice u ledenim pokrovima polarnih krajeva traje najduže. Najveća količina slatke vode usredotočena je u ledenom pokrovu Antarktike. Na temelju godišnje veličine otapanja leda određen je period obnove zalihe vode u ledenim pokrovima polarnih regija u trajanju od 9 700 godina.

Najviše vremena potrebno je za obnovu zalehe vode očito u zaleđenim dubljim dijelovima podzemlja, u zoni višegodišnje merzlote, leda nastalog još iz početka kvartara. Uzme li se u obzir da je od zavr-

Tablica 1. Brzina obnove vode na Zemlji

Voda u živim bićima (biološka voda)	nekoliko sati
Voda (vlaga) u atmosferi	8 dana
Voda u tekućicama (rijekama)	16 dana
Voda (vlaga) u tlu	1 godinu
Voda u mlakama (močvarama)	5 godina
Voda u jezerima	17 godina
Voda u podzemlju	1 400 godina
Voda u ledenjacima	1 600 godina
Voda u moru (oceanima)	2 500 godina
Voda u ledenim pokrovima	9 700 godina
Voda kao led u podzemlju (merzlota)	10 000 godina

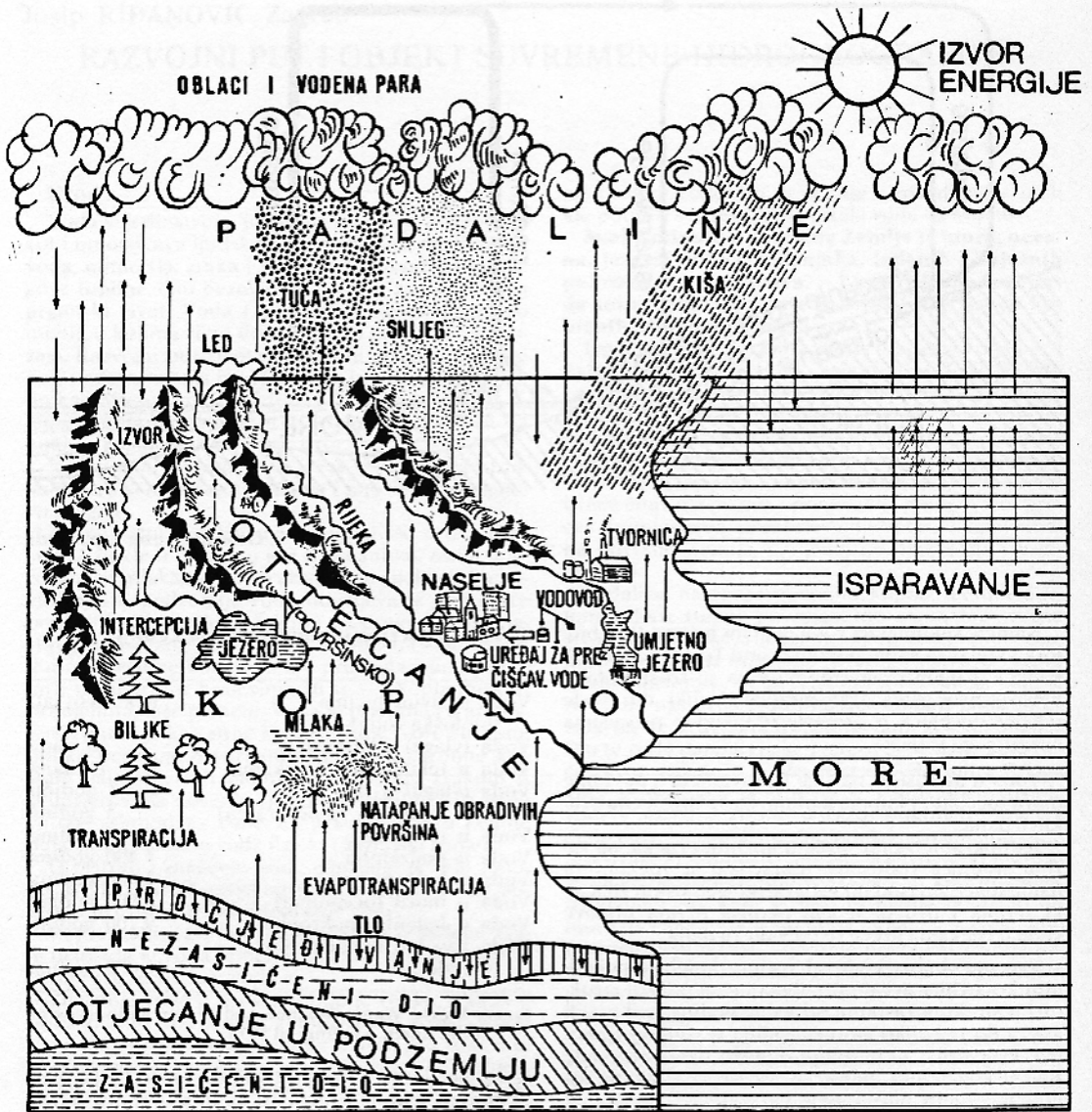
Izvor: World Water Balance and Water Resources of the Earth. Lenjingrad 1974

šetka glacijacije u tim predjelima prošlo 10–11 tisuća godina, lako je izračunati da bi za obnovu odgovarajućih zaliha vode u trajno zaleđenim dijelovima podzemlja bilo potrebno 10-ak tisuća godina.

Vrijeme (brzina) obnove vode u različitim predjelima pokazuje široki raspon, jer koleba od samo nekoliko sati (biološka voda) preko perioda od tisuće godina (ledenjaci) čak do desetak tisuća godina (»merzlota«, zaleđena voda u podzemlju).

Upoznavanje procesa izmjene vode razotkriva vrlo zanimljive spoznaje o bogatstvu slatke vode i što je još važnije o brzini vremena njihove obnove.

ČIŠĆENJE VODE (autopurifikacija) izuzetno je značajno svojstvo vode koje prirodnim procesima održava poželjnu kakvoću, ali do određene granice i omogućava njenu svrhovitu primjenu za različite potrebe suvremenog društva.



Različita pojavljivanja vode u prirodi

Samočišćenje vode uvjetovano je postojanjem ži-
vog svijeta. U vodi žive različiti organizmi biljaka i
životinja koji tvore jedinstvenu biološku zajednicu,
određeni ekosustav (ekosustav jezera, ekosustav
mlaka...). Prema načinu ishrane i životnim potre-
bama razlikuju se autotrofni i heterotrofni organiz-
mi. Prvi grade, a drugi razgrađuju organsku tvar.
Voda u kojoj članovi hranidbenog lanca postignu
biološku ravnotežu ima najveću sposobnost samo-
čišćenja. Uvjet da se to ostvari su obilje svijetla, do-

voljna količina kisika i prisustvo brojnih organiza-
ma. Kisik u vodi potječe iz atmosfere, ali ga stvara-
ju izravno u vodi i biljke. U rijekama, posebice gor-
skim tekućicama, povoljniji su uvjeti za upijanje ki-
sika iz zraka, pa je snaga prečišćavanja te vode znat-
no veća do vode jezera ili mlaka. Na intenzitet samo-
čišćenja mimo brzine otjecanja utječu još temper-
tura vode i struktura korita. Biološka ravnoteža
ekosustava odgovarajuće vode može biti narušena i
prirodnim procesima. Primjerice, ako voda teče

VEZA (ODNOS) PREMA:				ZNAOSTIMA: POLJOPRIVREDE, ŠUMARSTVA, NAŠELJA, O MOŠU I DRUGO	
ZAVISNOST OD:	FIZIKE - MATEMATIKE	FIZIKE - KEMIJE		FIZIKE, KEMIJE, MATEMATIKE	
MEDUZAVISNOST OD:	METEOROLOGIJE GEOLOŠKIH ZNANOSTI	BIOLOGIJE LIMNOLOGIJE		METEOROLOGIJE, GEOGRAFIJE, GEOLOGIJE, BIOLOGIJE	
	HIDROLOGIJA			TEMELJNE DISCIPLINE	
	Kvantitativna hidrologija		Kvalitativna hidrologija		HIDROLOGIJA-POSEBNE DISCIPLINE
ATMOSFERA	HIDRO-METEOROLOGIJA	PADALINE ISPARAVANJE	HIDROFIZIKA	FIZIČKE ZNAČAJKE VODE	IZOTOPI U HIDROLOGIJI
POVRŠJE	VODE NA POVRŠJU KOPNA	OTJEKANJE HIDROMORFO- LOGIJA PRIENOS KRUTIH TVARI HIDROLOGIJA SNIJEGA I LEDA	HIDROKEMIJA	KEMIJSKE ZNAČAJKE VODE	HIDROMETRIJA INŽENJERSKA HIDROLOGIJA MATEMATIČKA HIDROLOGIJA (11a.)
TLO	HIDRO- PEDOLOGIJA	VODA U TLU (Količina- raspodjela- gibanje)	BIOHIDROLOGIJA		Hidrogeo- grafija
PODZEMLJE	HIDRO- GEOLOGIJA	VODA U PODZEMLJU (Količina- raspodjela- gibanje)		BIOLOŠKI UPLIV NA STANJE VODE	

Hidrologija u sklopu znanosti. Izvor: De Haar, U, 1974.

kroz morenski materijal ili odgovarajući sastav stijena, gdje se obogaćuje hranjivim sastojcima, onda u toj vodi smanjuje se osjetno snaga samočišćenja. . .

U ranijim etapama društveno-gospodarskog razvitka, pa sve do 50-ak godina, voda je odolijevala i održavala prirodnim putem zadovoljavajuću kakvoću. Međutim u suvremenom razdoblju, s povećanjem urbanizacije, opada naglo kvaliteta vode i sposobnost njenog prečišćavanja. Glavni uzroci toj pojavi su upuštanje prekomjernih količina otpadne vode iz tvorničkih pogona različitih industrija, poljoprivrednih i komunalnih djelatnosti, koje bez prethodnog, zakonski obvezatnog prečišćavanja dospjeva izravno u tekućice, more i jezera. . . Onečišćenje vode povećava se svakim danom i poprima ugrožavajuće razmjere djelujući već na biljni pokrov i životinjski svijet, a postaje opasno i za zdravlje ljudi. . .

Očuvanje vode od daljnjih štetnih utjecaja s pokušajem uspostavljanja prirodne (biološke) ravnoteže stalan je i najvažniji zadatak gospodarenja s vodom u sadašnjoj etapi razvitka našega društva u sklopu suvremenog svijeta.

Razvojne etape hidrogeografije

Razvojni put znanosti o vodi vrlo je zanimljiv, jer njeni korijeni sežu u najranije faze povijesti ljudskog društva. Velike kulture prošlosti bile su karakteristične za krajeve koji oskudijevaju vodom. Potrebe za natapanjem tla bile su od životne važnosti i

poticale su osnivanje prvih zajednica za vodu. Milenijsko iskustvo izuzetno je bogato i zaslužuje poseban i opsežan prikaz, ali zbog ograničenosti prostora upoznat ćemo samo pojedine značajne etape koje su imale presudno, štoviše, prekretničko značenje.

I. etapa mogla bi se označiti od početka života pa do izuma osnovnih mjernih uređaja. To je dugotrajno razdoblje prikupljanja mnoštva podataka o različitim pojavama vode i njenom utjecaju na ljudsko društvo sve do 17. stoljeća.

II. etapa započela je izumom termometra (Ferdinand II., 1641), barometra (Torricelli, 1643) i drugih bitnih instrumenata koji su omogućili egzaktna prirodnoznanstvena opažanja i početna sustavna mjerenja hidrometeoroloških pojava.

Perrault, P. (1674), odredio je udio padalina u veličini otjecanja na primjeru gornje Seine. Time su u drugoj polovici 17. stoljeća postavljeni temelji za hidrološka mjerenja i nagoviješteno izračunavanje bilance vode (Usporedi: UNESCO-WMO, 1974).

Mariotte, E. D., (1686) izračunao je kasnije protoku Seine kod Pariza uz pomoć tog postupka i potvrdio njegovu točnost. Na taj način dobivena je podloga za daljnja istraživanja i dat je poticaj razradi matematičkih obrazaca za potpunije i suvremenije izračunavanje bilance vode.

Eberhard, M. (1694) objavio je vjerojano prvu knjigu s naslovom »Hidrologija« u Frankfurtu na Majni.

Tijekom 18., 19. i početkom 20. stoljeća vrše se daljnja eksperimentiranja, primjerice s piezometrom (Bernollis, D.) i započinju redovna motrenja i očitavanja vodostaja pretežno na tekućicama u različitim zemljama širom svijeta. Prvi vodomjer kod nas instaliran je godine 1817. na Savi kraj Stare Gradiške. Mjerenja se vremenski usavršavaju osnivanjem novih, svrhovitije razmještenih i bolje opremljenih stanica.

Brückner, E., (1905) objavio je obrazac za izračunavanje bilance vode, koji se u malo izmjenjenom obliku upotrebljava još i danas.

U nastavku tekućeg stoljeća dali su veliki doprinos izučavanju bilance vode: Keller, R., (1961–1962), L'vović, M. I., (1967), Baumgartner, A., Reichel, E., (1975), Van der Leeden, F., (1975), Marcinek, J., (1976) i drugi.

III. etapa podudara se sa suvremenim razdobljem i nastupa od godine 1950. Taj period vremena obilježava čitav niz novih tehničkih izuma, proširena međunarodna suradnja i nadalje plodna stručno-znanstvena izdavačka djelatnost. Mjerenjem padalina uz pomoć radara zbio se taj prelomni događaj, koji je označio kvalitativan skok u razvitku hidrologije. Količina padalina mjerila se do godine 1950 odgovarajućim kišomjerima (pluviografima) na određenom mjestu, to jest, na jednoj točki u pravilu prije isparavanja ili otjecanja. **Upotrebom radara, za razliku o klasične punkt-metode, mjeri se količina padalina površinski, primjerice na plohi 100x100 km izravno i prije dodira s podlogom** (Attmannspracher, W., 1971 i 1976). Taj postupak bitno je unaprijedio i način i brzinu mjerenja.

Primjena izotopa u istraživanju vode bio je daljnji važan događaj u razvitku suvremene hidrologije. Prva značajna rasprava o primjeni izotopa u hidrologiji upriličena je u okviru Međunarodne agencije za atomsku energiju (IAEA) u Wienu (Beču) godine 1961. Sest godina kasnije organiziran je na tu temu međunarodni simpozij: »Isotopes in Hydrology«. Pomoću izotopa može se ustanoviti pouzdano podrijetlo i starost zalaha vode, dobiti obavijest o brzini i smjeru gibanja vode u podzemlju, kao i duljini zadržavanja i određivanja količine vode u tlu i stijenama. Najčešće se upotrebljava tritij (T), radioaktivni izotop vodika, ali u posljednjih nekoliko godina primjenjuju se i izotopi plemenitih plinova, primjerice argona (^{36}Ar i ^{39}Ar), kriptona (^{81}Kr) (Oeschger, H., 1972).

Primjena izotopa u istraživanju vode suvremena je i vrlo pouzdana metoda koja se upotrebljava uspješno već u svakoj karici lanca hidrološkog ciklusa, posebice u hidrogeološkim istraživanjima za potrebe građevinarstva (Moser, H., Rauert., 1980).

Veliki međunarodni programi, kao što su IHD, to jest, Internacionalna Hidrološka Dekada 1965–1974; zatim, IHP (Internacionalni Hidrološki Program) u okviru Svjetske Meteorološke Organizacije (WMO) od godine 1975, dali su osobiti doprinos suvremenoj hidrologiji. Tu plodnu suradnju nastavili su u sklopu Međunarodnog hidrološkog programa međunarodni hidrološki simpoziji u SSSR-u, Lenjingrad 1976, u Jugoslaviji, Beograd 1978, u Japanu, Tsukuba 1980 i u Saveznoj Republici Njemačkoj, Freiburg i Br. godine 1984. Kao rezultat vrlo uspješne međunarodne suradnje pojavila se hidrološka

monografija: Porječje Rajne (Das Rheingebiet, den Haag, 1978). To je prva kompleksna geografija studija o najprometnijoj tekućici Evrope prikazana u sklopu porječja.

Hidrološka istraživanja dobila su globalno značenje i mnogostruko povećani publicitet širom svijeta. Broj objavljenih stručnih naslova i znanstvenih radova o vodi poprimio je značaj »poplave« kojoi je opseg jedva saglediv.

U seriji reprezentativnih izdanja posebno mjesto pripada ediciji: Hidrološki atlas SR Njemačke (Keller, R., i suradnici, 1978–1979). Hidrološki atlas Savezne Republike Njemačke najsvremenija je publikacija o vodi jedne države. Plod je udruženog rada brojnih znanstvenika različitih strukovnih ustanova i predstavlja vrhunsko ostvarenje na polju kompleksne regionalne hidrologije.

Hidrologija u posljednjih 35-godina bilježi izuzetan napredak, koji je u tijesnoj vezi s tehničkim otkrićima i popraćen dostignućima na širem planu znanosti u istraživanju vode. Uvođenjem digitalne obrade i elektronskog prenosa podataka ubrzava se znatno dobivanje potrebnih hidroloških veličina. To je omogućilo i pospjelo najsvrhovitija rješenja za mnogostruke potrebe stanovništva, različite zahtjeve suvremene industrije i tržišne poljoprivrede u daljnjim razvojnim procesima. Te novine objašnjavaju postignuti domet u hidrologiji i presudne su za slijedeću etapu razvoja znanosti o vodi.

Na sadašnjem stupnju razvika hidrologije metodologija istraživanja toliko je raznorodna i opsežna da bi jedan znanstvenik možda i mogao pratiti, pa čak i prikupiti, barem dio tih inovacija, ali čini se da više ne bi bio u stanju suvereno i suvereno ovladati tim novinama. Ta činjenica potpuno je u skladu s prirodom objekta i tehničkim mogućnostima istraživanja suvremene hidrologije kao inter- i multidisciplinarnе znanosti.

Najpotpunija i suvremena definicija hidrologije glasi: »Hidrologija istražuje vodu kopna, iznad i ispod površja, prema njenoj dinamici i promjenama fizičko-kemijske prirode, te biološki prouzročeniim svojstvima i učincima sve u međuzavisnosti prirodnih uvjeka i utjecaja suvremenog društva.« (De Haar, U., 1974).

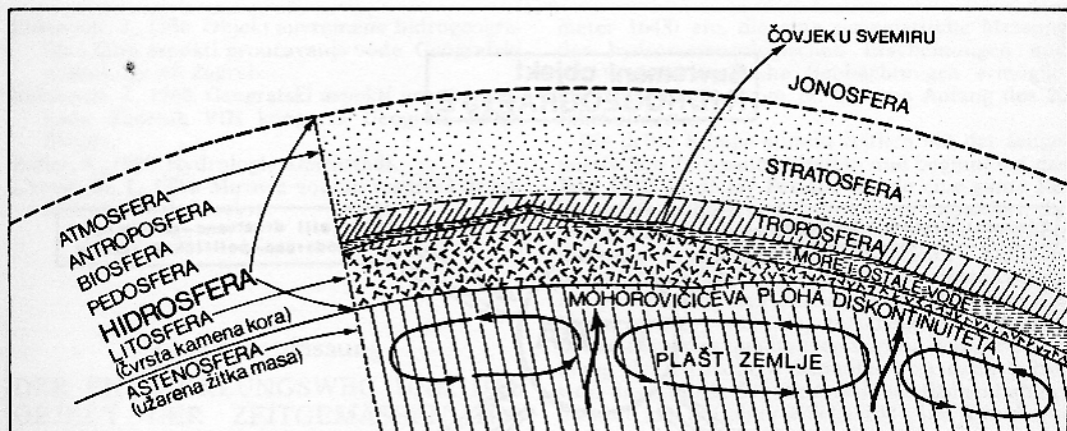
Osnovne znanosti koje omogućavaju suvremena hidrološka istraživanja su fizika, matematika i kemija. Pomoćne znanstvene discipline su meteorologija, biologija i geoznanosti.

Hidrologija je inter-, štoviše, multidisciplinarna znanost koja se u istraživanjima služi matematičkim jednadžbama i odgovarajućim fizičkokemijskim veličinama.

Objekt suvremene hidrogeografije

Hidrogeografija istražuje (proučava) vodu na Zemlji (hidrosferu) s geografskog stajališta. Voda je izravno ili posredno sastavni dio svakog krajolika, pa geografsko izučavanje vode uključuje razmatranje ekologije sveukupnog pejzaža.

Objekt hidrogeografije je hidrosfera. Suvremeni pojam hidrosfere obuhvaća svu »slobodnu« vodu (Zemlje) koja se može gibati pod utjecajem sile teže i pod uplivom topline Sunca u širokom rasponu od površja Plasta, to jest Mohorovičićeve plohe diskon-



Suvremeni pojam hidrosfere

tinuiteta do najviših slojeva atmosfere. Za gornju granicu atmosfere uzima se visina 2 000 km, ali 90% vlage (vode) je u dijelu do 5 km. Voda u atmosferi prema podrijetlu i ulazi u gibanju također je dio hidrosfere.

Gibanje vode započinje isparavanjem s mora i nastavlja se preko zraka do kopna i ponovno dospjeva do mora objedinjavajući i povezujući međusobno more s ostalom vodom na kopnu. U hidrogeografiji izučava se stoga cjelovito i u međuzavisnosti more s ostalom vodom na Zemlji.

Hidrogeografija je dio geografije. Kod proučavanja vode polazi se od njenog životnog značenja. Objekt hidrogeografije zasniva se na dva načela: Prvo, sveobuhvatnosti vode (univerzalnost) i drugo, cjelovitosti vode (integralnost).

Načelo sveobuhvatnosti vode

Načelo sveobuhvatnosti proistječe iz činjenice što je voda univerzalna tvar i nosilac života. Život se na našem planetu očituje u postojanju i održanju organizama uz pomoć vode. Primjerice biljke mogu uspijevati bez tla, ali ne i bez vode. Čovjek može dulje izdržati glad nego žeđ, jer već kod gubitka četvrtine tjelesne tekućine (uglavnom vode) gasi se život i nastupa smrt. Potrebna mliječnog govoda kreće se oko 50 litara vode na dan. ... Sličnih primjera ima vrlo mnogo, ali već navedeni ističu uvjerljivo da je voda najznačajnija prehrambena sastojina, posebice za ljude, a zatim i za sve ostale organizme. Sveobuhvatnost vode najbolje dolazi do izražaja u životnim procesima, jer tamo gdje je voda, tamo je i život. ...

Načelo cjelovitosti vode

Voda je u prirodi vrlo različito rasirena, ima je na površini kopna, u podzemlju, na svim geografskim širinama i svim agregatnim stanjima, u morskim bazenima, u mlakama, zatim u ledenjacima i u atmosferi, dakako i u tekućicama. Iz takvog razmještaja i različitih agregatnih stanja vode proistjeću specifi-

na pojavljivanja vode. Bez obzira na razmještaj, položaj, udjenost i agregatno stanje pojavljivanje vode je u stalnoj međusobnoj vezi i odražava cjelovitost, koja se uspostavlja grandioznim procesom trajnog gibanja vode. Cjelovitost vode potvrđuje se i njenim univerzalnim svojstvom, to jest, mogućnostima promjene agregatnih stanja (tekuće, kruto i plinovito) bez ikakvih gubitaka. Geografski smisao u proučavanju (istraživanju) vode očituje se u cjelovitosti vode, kao integralnom sastavnom dijelu života.

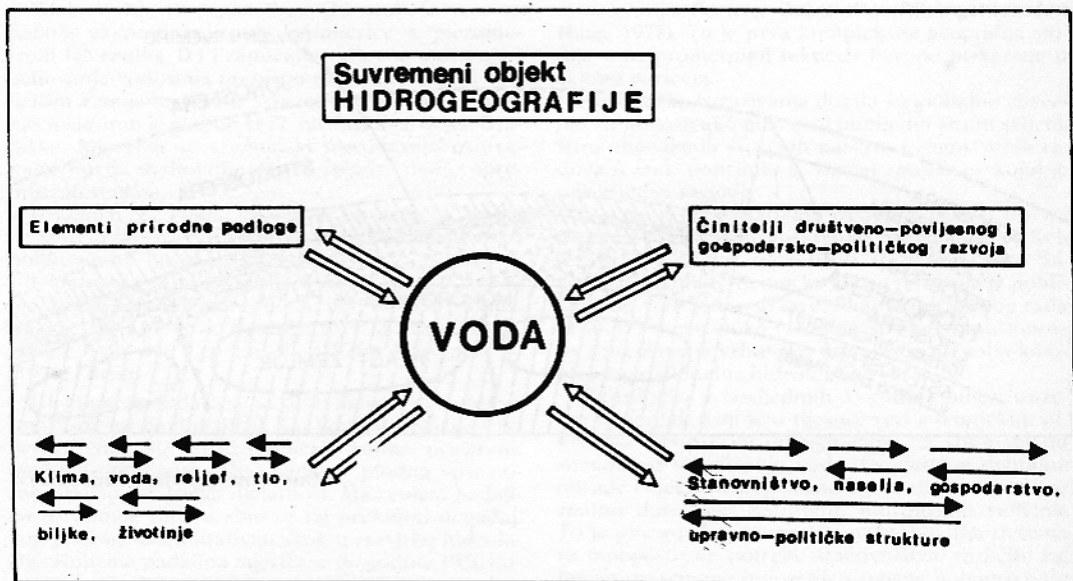
Metode proučavanja vode

Metode proučavanja (istraživanja) u suvremenoj hidrogeografiji obuhvaćaju kompleksan prikaz vode u relacijama i korelacijama, to jest, povratnoj sprezi međusobnih odnosa s jedne strane između vode i elemenata prirodne podloge i s druge strane između vode i činitelja društveno-povijesnog i gospodarsko-političkog razvitka, kao i njihovih pojedinačnih ili zajedničkih utjecaja na vodu.

Klima utječe na vodu, ali i voda utječe na klimu. Voda utječe na reljef, ali i reljef utječe na vodu; toliko iz sfere prirode. Voda utječe na stanovništvo i obrnuto stanovništvo utječe također na vodu, voda utječe na privredu, odatle naziv vodoprivreda, ali privreda i te kako utječe na vodu; to bi bili reprezentativni primjeri iz sfere društveno-ekonomskih djelatnosti. ... (Ridanović J., 1986.)

U hidrogeografiji daje se sveobuhvatan pregled vode u službi planskog gospodarstva za potrebe suvremenog društva. U hidrogeografskim radovima preuzimaju se hidrološke veličine i pomoću njih valorizira voda u odgovarajućim geografskim krajojcima.

Utjecaj vode na preobrazbu pojedinih dijelova Zemljine površine vrlo je značajan, ali njeno odlučujuće životno značenje dolazi do izražaja u svakodnevnim potrebama sve brojnijeg pučanstva. Opskrba vodom za piće stalno rastućeg stanovništva i mnogih pogona različitih industrija postali su imperativ današnjice i jedan od najvećih zadataka, ponekad i



Shema suvremenog objekta hidrogeografije

briga, suvremenog društva. Težište je na istraživanju onog dijela vode u podzemlju koja se upotrebljava za opskrbu ljudi (populacije). S tim u vezi nameće se nužnost hidrološke regionalizacije, ali na geografskim osnovama i regionalom principu, jer se na taj način može geografski najadekvatnije i u praksi najsvrhovitije pristupiti rješavanju gorućih teškoća današnjice.

Voda je izravno i cjelovito povezana sa životom na Zemlji, ponajviše uz stanovništvo i tako je od šireg društvenog interesa, jer ima prvorazredno socio-ekonomsko značenje. Prema gotovo svim standardima geografske metodologije voda spada u grupu elemenata prirodne osnove. Voda se ne bi smjela više smatrati samo kao element, to jest, kao dio tzv. fizičke geografije, a niti je se smije uključiti jednostavno u društveno-ekonomski dio geografije. **Voda je integralni dio geografije**, jer širinom ili svestranošću objekata i bezbrojnim mogućnostima primjene odražava kompleksnost i sveobuhvatnost, a svojom cjelovitošću optimalan je dokaz i najbolji primjer jedinstvenosti suvremene geografije (Ridanić, J., 1986).

Literatura

- Perrault, P., 1674: De l'origine des fontaines. Paris.
 UNESCO-WMO., 1974: 1674-1974, Three centuries of scientific hydrology. Paris.
 Brückner, E., 1905: Die Bilanz des Kreislaufs des Wassers auf der Erde. Geogr. Z., 11. Jg. Leipzig.

- Keller, R., 1961: Gewässer und Wasserhaushalt des Festlandes. Berlin.
 L'vovič, M. I., 1967: Vodnie resursi zemnovo šara i ih buduščee. Izv. AN SSSR; seria geograf. No6. Moskva.
 Baumgartner, A., Reichel, E., 1975: Die Weltwasserbilanz. München.
 Van der leeden, F., 1975: Water resources of the world. Port Washington
 Marcinek, J., 1976: Das Wasser des Festlandes. gotha. Leipzig.
 Attmannspacher, W., Aniol, R., 1971: Erste Versuche einer quantitativen Niederschlagsmessung mittels Radar am Hohenpeissenberg. Ann. Met., Neue F. 5.
 Attmannspacher, W., 1976: Radarmessungen zur Bestimmung von Flächenniederschlägen. Die. Nat. wiss. 63.
 International Atomic Energy Agency (IAEA) 1967: Isotopes in Hydrology. Wien.
 Oeschger, H., 1972: Neue Möglichkeiten der Isotopenhydrologie. (Datierung mit Hilfe von Edelgasisotopen). Gas-Wasser-Abwasser, 52. Jg. Nr. 9.
 Moser, H., Rauer, W., 1980: Isotopenmethoden in der Hydrologie Stuttgart.
 Das Rheingebiet, 1978: Hydrologische Monographie. Den Haag: KHR/CHR
 Keller, R., i suradnici... 1978/1979: Hydrologischer Atlas der Bundesrepublik Deutschland. Boppard: Boldt.
 De Haar, U., 1974: Beitrag zur wissenschaftssystematischen Einordnung und Gliederung der Wasserforschung. Beitr. z. Hydrologie. H. 2. Freiburg.

- Ridanović, J., 1986: Objekt suvremene hidrogeografije i bitni aspekti proučavanja vode. Geografski glasnik, Br. 48. Zagreb.
- Ridanović, J., 1968: Geografski aspekti proučavanja voda. Zbornik VIII kongresa Geografa SFRJ. Skopje.
- Keller, R., 1980: Hydrologie. Darmstadt.
- L'vovič, M. I., 1974: Mirovie vodnie resursi i ih buduščee. »Misl« Moskva.

Zusammenfassung

DER ENTWICKLUNGSWEG UND DAS OBJEKT DER ZEITGEMÄSSEN HYDROGEOGRAPHIE

Josip Ridanović

Der Entwicklungsweg der Hydrologie ist sehr interessant und ihre Wurzeln reichen bis in die früheste Phase der Geschichte der menschlichen Gesellschaft. Drei Ethapen hatten dabei entscheidende bzw. umwälzende Bedeutung. Die erste Ethape dauert ab Lebensbeginn bis zur Erfindung der Grundmessgeräte und dauerte am längsten—17 Jahrhunderte.

Die zweite Ethape setzt mit der Erfindung der wichtigsten Instrumente (Thermometer 1641, Baro-

meter 1643) ein, die eine systematische Messung der hydrometeorologischen Erscheinungen und exakte naturkundliche Beobachtungen ermöglichte. Dies dauerte vom 17. bis zum Anfang des 20. Jahrhunderts.

Die dritte Ethape stimmt zeitlich mit der zeitgenössischen Zeitspanne überein und beginnt um das Jahr 1950. In dieser Periode wurde eine ganze Reihe neuer technischer Erfindungen registriert, die internationale Zusammenarbeit wurde erweitert und vor allem eine fruchtbare fachlich-wissenschaftliche Verlagstätigkeit intensiviert. Die Anwendung des Radars in der Messung der Niederschläge war ein entscheidender Wendepunkt, der einen qualitativen Sprung in der Entwicklung der Hydrologie bedeutet. Von dann (1950) wird das Quantum der Niederschläge flächenhaft gemessen, z.B. auf einer Fläche 100×100 Km, direkt und vor der Berührung mit der Grundoberfläche (Altmannspacher, W., 1971 und 1976). In dieser Zeitspanne werden auch Isotopen in der Hydrologie angewendet, es wird digitale Bearbeitung und die elektronische Datenverarbeitung eingeführt...

Alle diese Neuheiten erklären die erzielte Reicheite und sie sind entscheidend für die nächste Ethape der Entwicklung der Hydrologie.

Die Hydrogeographie ist ein Teil der Geographie. Das Objekt der modernen Hydrogeographie ist die Hydrosphäre. In der Hydrogeographie soll eine komplexe Darstellung des Wassers in den Relationen und Korrelationen gegeben werden, dh. die Rückverbindung der Zwischenbeziehung des Wassers und der Naturgrundlage einerseits und des Wassers und der Faktoren der gesellschaftlich-historischen und wirtschaftlich-politischen Entwicklung andererseits, sowie ihrer einzelnen und gemeinschaftlichen Einflüsse auf das Wasser (Schema im Text).

In der Hydrogeographie wird eine allgemeinumfassende Übersicht des Wasserfaktors im Dienste der Planwirtschaft für die Bedürfnisse der zeitgemässen Gesellschaft gegeben. In den hydrogeographischen Studien werden hydrologische Grössen übernommen und damit wird das Wasser in den entsprechenden geographischen Landschaften valorisiert.

Das Wasser ist direkt und total mit dem Leben auf der Erde verbunden, am meisten an die Bevölkerung, so dass es vom breiteren gesellschaftlichen Interesse ist, weil es erstklassige sozioökonomische Bedeutung hat. Nach fast allen Standards der geographischen Methodologie gehört das Wasser zur Gruppe der Elemente der Naturgrundlage.

Auf dem heitigen Stand der technischen Errungenschaften und der wissenschaftlichen Erkenntnisse sollte das Wasser nicht nur als Element aufgefasst werden, dh. als ein Teil der sgn. physischen Geographie, es darf aber auch nicht einseitig in den gesellschaftlich-ökonomischen Teil integriert werden. Das Wasser ist ein integraler Teil der Geographie, weil es mit der Breite oder Allseitigkeit des Objektes und mit den zahlreichen Möglichkeiten der Anwendung die Komplexität und das Allumfassende widerspiegelt und mit seiner Ganzheit ist es ein optimaler Beweis und das beste Beispiel der Einheitlichkeit der zeitgemässen Geographie.